

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-258100

(43)Date of publication of application : 03.10.1997

(51)Int.Cl.

G02B 13/22

G02B 9/34

(21)Application number : 08-063516

(71)Applicant : ASAHI OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 19.03.1996

(72)Inventor : YAMAGATA MASAKAZU

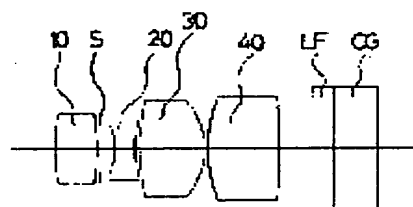
## (54) PHOTOGRAPHING LENS SYSTEM

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a lens system, lens working of which is simple and inexpensive even when the image plane size is small, which is comparatively bright, and where aberration compensation is excellently performed, by constituting the system of four single lenses and making the radius of curvature of each lens large.

SOLUTION: This photographing lens system is constituted of four single lenses such as a 1st lens 10 being biconvex, a 2nd lens 20 being biconcave whose strong concave surface is faced to an object side, a 3rd lens 30 being positive whose strong convex surface is faced to an image side, and a 4th lens 40 whose strong convex surface is faced to the object side in order from the object side. It is desirable that the shaping factor of the 4th lens 40 satisfies  $0.4 < (r_8 + r_7) / (r_8 - r_7) < 1.0$ .

Provided that  $r_7$  is the radius of curvature of the surface of the 4th lens on the object side, and  $r_8$  is the radius of curvature of the surface of the 4th lens on the image side. Thus, the photographing lens system whose half viewing angle is about  $20^\circ$ , which is bright with an aperture ratio such as about 1:20, where the aberration compensation is excellently performed, the lens work of which is made simple and inexpensive, and which is suitable for a camera utilizing a solid-state image pickup element is obtained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

15.10.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] A taking-lens system characterized by consisting of four single lenses of the 1st lens of both convexes, the 2nd lens of both concaves that turned a concave surface strong against a body side, the 3rd positive lens to which a convex strong against an image side was turned, and the 4th lens to which a convex strong against a body side was turned in order [ side / body ].

[Claim 2] A taking-lens system with which a shaping factor of the 4th lens is satisfied of the following conditional expression (1) in claim 1.

(1)  $0.4 < (r_8 + r_7) / (r_8 - r_7) < 1.0$ , however  $r_7$  : Radius of curvature of a field by the side of a body of the 4th lens,  $r_8$  : Radius of curvature of a field by the side of an image of the 4th lens.

[Claim 3] A taking-lens system with which the sum of power of a field which counters mutually [ the 2nd lens and the 3rd lens ] is satisfied of the following conditional expression (2) in claims 1 or 2.

(2)  $-1.1 < \phi_{ir} - 4 + \phi_{ir5} < -0.1$ , however  $\phi_{ir4}$  : field power of a field by the side of an image of the 2nd lens, and  $\phi_{ir5}$  : field power of a field by the side of a body of the 3rd lens.

[Claim 4] claim 1 thru/or any 1 term of 3. -- setting -- a field  $r_2$  by the side of an image of the 1st lens A field  $r_7$  by the side of an image of the 4th lens lens up to -- a taking-lens system with which a shaft top size is satisfied of the following conditional expression (3).

(3)  $1.1 < \sigma_{iadi} < 1.7$  ( $i=2-7$ )

However,  $d_i$  : It counts from a body side and is the shaft top gap of the  $i$ -th page and a  $**$  ( $i+1$ ) side.

[Claim 5] A taking-lens system with which a ratio of radius of curvature of both sides of the 2nd lens is satisfied of the following conditional expression (4) in claim 1 thru/or any 1 term of 4.

(4)  $0.4 < |r_3 / r_4| < 1.2$ , however  $r_3$  : Radius of curvature of a field by the side of a body of the 2nd lens,  $r_4$  : Radius of curvature of a field by the side of an image of the 2nd lens.

[Claim 6] A taking-lens system by which  $**$  is arranged between the 1st lens and the 2nd lens in claim 1 thru/or any 1 term of 5.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the taking-lens system suitable for the ITV camera photoed with a solid state image sensor, a video camera, an electronic "still" camera, etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the so-called requests of the electronic "still" camera which records a photography image with solid state image sensors (CCD etc.) are mounting. The following properties are required compared with the photographic lens with which the taking-lens system of the camera which uses such an electric picture element uses a film.

[0003] \*\* Generally, since latitude is narrower than a film, an electric picture element makes aperture efficiency about 100% so that it may fully take the amount of ambient light.

\*\* Even if it satisfies the above-mentioned \*\*, since a fall and color gap of the amount of ambient light occur, carry out incidence of the chief ray at a perpendicularly near angle to a full screen on the structure of an electric picture element.

\*\* It is necessary to secure arrangement spaces, such as an optical member for protection of the infrared cut-off filter for amending the optical low pass filter for moire removal, and spectral sensitivity, or an image formation side, and protection against dust, and require a long back focus between a lens and an image formation side.

[0004] Taking-lens systems, such as \*\* JP,49-53036,A, \*\* JP,57-164708,A, and \*\* JP,7-95141,B, are already proposed for such the purpose. However, the half-field angle of \*\* is as narrow as 16.5 degrees, the aperture ratio of \*\* is dark at about 1:4.3, and \*\* is an aperture ratio 1:2.8 in the half-field angle of 19.5 degrees, and moreover, since both \*\* - \*\* of the radius of curvature of the minimum refracting interface are as small as less than [ the one half degree of a focal distance, or it ], it has the trouble that lens processing becomes difficult and a manufacturing cost becomes high, so that a screen size becomes small.

[0005]

[Objects of the Invention] With the half-field angle of about 20 degrees, this invention is as bright as about 1:2.0 aperture ratio, and moreover, its aberration amendment is good and it aims at obtaining the taking-lens system suitable for the camera using a solid state image sensor which is simple for lens processing and can do it cheaply. Even if the radius of curvature of each lens is comparatively large and a screen size becomes small especially, lens processing aims at obtaining an easy taking-lens system.

[0006]

[Summary of the Invention] The image pick-up lens system of this invention is characterized by consisting of four single lenses of the 1st lens of both convexes, the 2nd lens of both the concaves that turned the concave surface strong against a body side, the 3rd positive lens to which the convex strong against an image side was turned, and the 4th lens to which the convex strong against a body side was turned in order from the body side.

[0007] As for the taking-lens system of this invention, it is desirable that the shaping factor of the 4th lens satisfies conditional expression (1).

(1)  $0.4 < (r_8 + r_7) / (r_8 - r_7) < 1.0$ , however  $r_7$  : The radius of curvature of the field by the side of the body of the 4th lens, and  $r_8$  : the radius of curvature of the field by the side of the image of the 4th lens — it comes out.

[0008] Furthermore, it is desirable that the sum of the power of the field which counters mutually [ the 2nd lens and the 3rd lens ] satisfies conditional expression (2).

(2)  $-1.1 < \phi_{ir} - 4\phi_{ir5} < -0.1$ , however  $\phi_{ir4}$  : — the field power of the field by the side of the image of the 2nd lens, and  $\phi_{ir5}$  : — the field power of the field by the side of the body of the 3rd lens — it comes out.

[0009] moreover, field  $r_2$  by the side of the image of the 1st lens Field  $r_7$  by the side of the image of the 4th lens lens up to — it is desirable that a shaft top size satisfies conditional expression (3).

(3)  $1.1 < \sigma_{iadi} < 1.7$  ( $i=2-7$ )

however,  $d_i$  : from a body side — counting — the shaft top gap of the  $i$ -th page and a  $**$  ( $i+1$ ) side — it comes out.

[0010] As for the radius of curvature of both sides of the 2nd lens, it is desirable to satisfy conditional expression (4).

(4)  $0.4 < |r_3/r_4| < 1.2$ , however  $r_3$  : The radius of curvature of the field by the side of the body of the 2nd lens, and  $r_4$  : the radius of curvature of the field by the side of the image of the 2nd lens — it comes out.  $**$  is arranged between the 1st lens and the 2nd lens.

[0011]

[Embodiment of the Invention] The 2nd lens of both concaves to which the taking-lens system of this invention turned the concave surface stronger against a 1st lens [ of both convexes ], and body side in order than a body side, Constitute from four single lenses of the 3rd positive lens to which the convex strong against an image side was turned, and the 4th lens to which the convex strong against a body side was turned, and the radius of curvature of each lens is enlarged comparatively. Even if a screen size becomes small, as brightly [ lens processing is easy, and can do it cheaply, and ] as about 1:2.0 aperture ratio, aberration amendment is good and obtains the taking-lens system suitable for the camera which moreover used the fixed image sensor.

[0012] Conditional expression (1) is conditions required in order to make it most a tele cent rucksack about 5 degrees or less about the shaping factor of the 4th lens by the side of an image. If the minimum of conditional expression (1) is exceeded, a tele cent rucksack angle (incident angle of the chief ray outside a shaft which carries out incidence to an image formation side) will be subtracted (it inclining inside) too much. When a maximum is exceeded, a tele cent rucksack angle becomes 5 degrees or more, and it becomes impossible to attain the purpose of this invention.

[0013] Conditional expression (2) is the conditions for expressing the range of the sum of the power of the field of the air lens constituted by between the opposed faces of the 2nd lens and the 3rd lens, suppressing generating of coma flare, and balancing the image surface. If negative power becomes strong exceeding a minimum, coma flare with bottom light will occur greatly outside, and it will become superfluous a curvature's of field amending it. a maximum — exceeding — negative power — if it becomes weak, since coma flare with bottom light will occur greatly inside and it will become insufficient a curvature's of field amending it, it becomes impossible to maintain the image formation engine performance

[0014] Conditional expression (3) is conditions required in order to specify the range of the gap of the 1st lens with which  $*****$  is arranged, and the 2nd lens, and the sum total of the shaft top size from the 2nd lens to the 4th lens, to be about 5 degrees or less and to carry out incidence of the chief ray outside a shaft to an image formation side (image pick-up side).

Therefore, if a shaft top size becomes short exceeding the minimum of conditional expression (4), since it will become impossible to suppress the incident angle of the chief ray outside a shaft which carries out incidence to an image formation side at about 5 degrees or less and the KOBA thickness of the 3rd lens and the 4th lens will become thin at coincidence, when especially a screen size is small, processing of a lens and assembly become difficult. If this shaft top size becomes long exceeding a maximum, a back focus will become short and arrangement of optical

members, such as a low pass filter and an infrared cut-off filter, will become difficult.

[0015] Conditional expression (4) is the conditions for amending spherical aberration and comatic aberration good about the range of the ratio of the radius of curvature of the field of the both sides of the 2nd lens which is the only negative lens among the lens whole system. Refracting interface r3 by the side of the body of the 2nd lens Radius of curvature becomes small or it is the refracting interface r4 by the side of an image. If radius of curvature becomes large and exceeds the minimum of conditional expression, amendment of superfluous spherical aberration will become impossible and an inner direction coma will occur greatly. Conversely, r3 It becomes large or is r4. If it becomes small and the maximum of conditional expression is exceeded, it will become insufficient amending spherical aberration, a method coma of outside will occur, and the good image formation engine performance will no longer be obtained.

[0016] Hereafter, this invention is explained about a concrete numerical example. Each of following example 1 thru/or 6 is order from the 1st lens 10 of both convexes, \*\*S, the 2nd lens 20 of both concaves, the 3rd positive lens 30, and the 4th lens 40 of both convexes from the body side. The 3rd lens consisted of a biconvex lens except for the example 2 which consists of a meniscus lens, and is all equipped with the convex strong against an image side. Behind the 4th lens, in an example 1 thru/or the example 4, the cover glass CG of a low pass filter and an image sensor is arranged, and the cover glass CG of an image sensor is arranged in the example 5 and the example 6. The field by the side of the image of cover glass CG is an image pick-up side.

[0017] [Example 1] drawing 1 and drawing 2 show the 1st example of the taking-lens system of this invention, drawing 1 is the lens block diagram, and drawing 2 is many of the aberration drawings. The concrete numeric data of this lens system is shown in a table 1. The chromatic aberration [ in / SA among many aberration drawings, and / in SC / sine condition, d line, g line, C line, and each wavelength ] shown according to spherical aberration and S show sagittal one, and M shows MERIDIONARU. [ spherical aberration ]

[0018] The inside of a table and a drawing, and FNO The f number and F A focal distance and W A half-field angle and fB express a back focus. R is radius of curvature and D is lens thickness or a lens gap, and Nd. The refractive index of d line and nu show the Abbe number of d line. A back focus fB is the air scaled distance of the distance from the 4th lens last side (r8 page) to the image side (an image pick-up side and r11) of cover glass CG ( $fB = d8 + (d9/N9) + (d10/N10)$ ).

[0019]

[A table 1]

FNO=1:2.1 F=5.24W=20.1fB=3.44 Field No. R D Nd nud 1 10.330 1.83 1.84666 23.9 2 - 10.330 0.12 - - \*\* infinity 0.62 - - 3 - 3.894 0.91 1.92286 21.3 4 7.056 0.17- - 5 12.2682.76 1.72916 54.7 6- 4.000 0.15 - - 78.372 3.131.72916 54.7 8 - 29.0581.42 - - 9 infinity 0.99 1.45854 68.0 10infinity 2.00 1.49176 57.4 11 infinity - - - [0020] [Example 2] drawing 3 and drawing 4 show the 2nd example of the taking-lens system of this invention, and drawing 3 is [ many aberration drawings and the table 2 of a lens block diagram and drawing 4 ] concrete numeric data.

[0021]

[A table 2]

FNO=1:2.0 F=5.24W=19.6fB=2.46 Field No. R D Nd nud 1 5.577 2.04 1.83400 37.2 2 - 20.675 0.14 - - \*\* infinity 0.89 - - 3 - 4.744 0.80 1.9228621.3 4 6.230 0.59- - 5-19.000 1.93 1.7410052.76 - 3.673 0.20 - - 7 5.310 2.14 1.74100 52.78 - 31.021 0.44 - - 9 infinity 0.99 1.45854 68.0 10 infinity 2.00 1.49176 57.4 11 infinity - - - [0022] [Example 3] drawing 5 and drawing 6 show the 3rd example of the taking-lens system of this invention, and drawing 5 is [ many aberration drawings and the table 3 of a lens block diagram and drawing 6 ] concrete numeric data.

[0023]

[A table 3]

FNO=1:2.0 F=5.24W=20.3fB=3.02 Field No. R D Nd nud 1 11.539 4.30 1.80518 25.4 2 - 14.624 0.19 - - \*\* infinity 0.64 - - 3 - 4.541 0.80 1.7508427.7 4 4.685 0.11- - 5 6.341 2.53 1.56873 63.1 6- 3.483 0.15 - - 7 5.403 2.401.56873 63.1 8 - 14.8131.00 - - 9 infinity 0.99 1.45854 68.0 10 infinity 2.00 1.49176 57.4 11 infinity - - - [0024] [Example 4] drawing 7 and drawing 8 show the 4th example of the taking-lens system of this invention, and drawing 7 is [ many aberration drawings and the table 4 of a lens block diagram and drawing 8 ] concrete numeric data.

[0025]

[A table 4]

FNO=1:2.0 F=5.24W=20.1fB=3.07 Field No. R D Nd nud 1 10.549 4.05 1.80518 25.4 2 - 18.466 0.44  
 -- \*\* infinity 0.69 -- 3 - 4.004 0.80 1.9228620.9 4 6.993 0.12-- 5 10.6732.44 1.80400 46.6 6-  
 3.945 0.15 -- 7 5.672 2.321.69349 50.8 8 - 319.677 1.05 -- 9 Infinity0.99 1.45854 68.0 10  
 Infinity 2.00 1.49176 57.4 11 Infinity -- -[0026] [Example 5] drawing 9 and drawing 10 show the  
 5th example of the taking-lens system of this invention, and drawing 9 is [ many aberration  
 drawings and the table 5 of a lens block diagram and drawing 10 ] concrete numeric data.

[0027]

[A table 5]

FNO=1:2.0 F=5.24W=20.1fB=1.35 Field No. R D Nd nud 1 8.869 4.18 1.80740 35.4 2 - 15.222 0.18  
 -- \*\* infinity 0.63 -- 3 - 4.228 0.80 1.7847026.2 4 4.895 0.12-- 5 6.6352.36 1.64000 60.1 6-  
 3.531 0.15 -- 7 5.147 4.071.64000 60.1 8 -100.000 0.69 -- 9 infinity1.00 1.51633 64.1 10 infinity  
 -- - [0028] [Example 6] drawing 11 and drawing 12 show the 6th example of the taking-lens  
 system of this invention, and drawing 11 is [ many aberration drawings and the table 6 of a lens  
 block diagram and drawing 12 ] concrete numeric data.

[0029]

[A table 6]

FNO=1:2.0 F=5.24W=20.1fB=2.55 Field No. R D Nd nud 1 11.095 4.21 1.83400 37.2 2 - 20.772 0.59  
 -- \*\* infinity 0.53 -- 3 - 4.069 0.80 1.6989530.1 4 4.452 0.07-- 5 5.537 2.44 1.61800 63.4 6-  
 3.671 0.15 -- 75.496 2.641.61800 63.4 8 -19.3861.89 -- 9 infinity 1.00 1.51633 64.1 10 infinity -  
 -- - [0030] Next, the value over an example 1 thru/or the monograph affair type of 6 is shown in  
 a table 7.

[A table 7]

	実施例 1	実施例 2	実施例 3
条件式(1)	0.5527	0.7077	0.4655
条件式(2)	-0.3739	-0.9804	-0.3699
条件式(3)	1.5000	1.2770	1.3015
条件式(4)	0.5519	0.7615	0.9693

	実施例 4	実施例 5	実施例 6
条件式(1)	0.9651	0.9021	0.5582
条件式(2)	-0.2968	-0.3346	-0.2378
条件式(3)	1.3273	1.5853	1.3802
条件式(4)	0.5726	0.8637	0.9140

[0031] The numeric value of an example 1 thru/or an example 6 has satisfied conditional expression (1) thru/or (4) so that clearly from a table 7. Moreover, each aberration is also amended good so that clearly from aberration drawing.

[0032]

[Effect of the Invention] According to this invention, with the half-field angle of about 20 degrees, it is as bright as about 1:2.0 aperture ratio, and moreover, aberration amendment is good and can obtain the taking-lens system suitable for the camera using a solid state image sensor easy [ lens ] and made cheaply.

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the lens block diagram of the 1st example of the taking-lens system by this invention.

[Drawing 2] They are many aberration drawings of the lens system of drawing 1 .

[Drawing 3] It is the lens block diagram of the 2nd example of the taking-lens system by this invention.

[Drawing 4] They are many aberration drawings of the lens system of drawing 3 .

[Drawing 5] It is the lens block diagram of the 3rd example of the taking-lens system by this invention.

[Drawing 6] They are many aberration drawings of the lens system of drawing 5 .

[Drawing 7] It is the lens block diagram of the 4th example of the taking-lens system by this invention.

[Drawing 8] They are many aberration drawings of the lens system of drawing 7 .

[Drawing 9] It is the lens block diagram of the 5th example of the taking-lens system by this invention.

[Drawing 10] They are many aberration drawings of the lens system of drawing 9 .

[Drawing 11] It is the lens block diagram of the 6th example of the taking-lens system by this invention.

[Drawing 12] They are many aberration drawings of the lens system of drawing 11 .

[Description of Notations]

10 1st Lens

20 2nd Lens

30 3rd Lens

40 4th Lens

S \*\*

LF Low pass filter

CG Cover glass

---

[Translation done.]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-258100

(43) 公開日 平成9年(1997)10月3日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 B 13/22  
9/34

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 2 B 13/22  
9/34

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願平8-63516

(22) 出願日

平成8年(1996)3月19日

(71) 出願人 000000527

旭光学工業株式会社

東京都板橋区前野町2丁目36番9号

(72) 発明者 山県 正和

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光  
学工業株式会社内

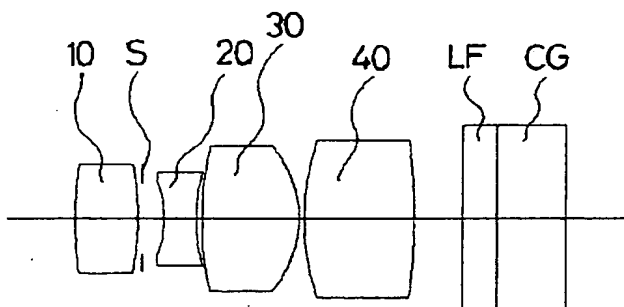
(74) 代理人 弁理士 三浦 邦夫

(54) 【発明の名称】 撮影レンズ系

(57) 【要約】

【目的】 半画角20°程度で、口径比1:2.0程度と明るく、しかも収差補正が良好で、レンズ加工が簡単で安価にできる、固体撮像素子を利用したカメラに適した撮影レンズ系を得る。

【構成】 物体側より順に、両凸の第1レンズと、物体側に強い凹面を向けた両凹の第2レンズと、像側に強い凸面を向けた正の第3レンズと、物体側に強い凸面を向けた第4レンズとの単レンズ4枚からなる撮影レンズ系。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側より順に、両凸の第1レンズと、物体側に強い凹面を向けた両凹の第2レンズと、像側に強い凸面を向けた正の第3レンズと、物体側に強い凸面を向けた第4レンズとの4枚の単レンズからなることを

$$(1) \quad 0.4 < (r_8 + r_7) / (r_8 - r_7) < 1.0$$

但し、

$r_7$  : 第4レンズの物体側の面の曲率半径、

$r_8$  : 第4レンズの像側の面の曲率半径。

【請求項3】 請求項1または2において、第2レンズと第3レンズの互いに対向する面のパワーの和が下記条件式(2)を満足する撮影レンズ系。

$$(2) \quad -1.1 < \phi_{r4} + \phi_{r5} < -0.1$$

但し、

$\phi_{r4}$  : 第2レンズの像側の面の面パワー、

$\phi_{r5}$  : 第3レンズの物体側の面の面パワー。

【請求項4】 請求項1ないし3のいずれか1項において、第1レンズの像側の面  $r_2$  より、第4レンズの像側の面  $r_7$  までの軸上寸法が、下記条件式(3)を満足する撮影レンズ系。

$$(3) \quad 1.1 < \sum d_i < 1.7 \quad (i = 2 \sim 7)$$

但し、

$d_i$  : 物体側から数えて第  $i$  面と第  $(i+1)$  面の軸上間隔。

【請求項5】 請求項1ないし4のいずれか1項において、第2レンズの両面の曲率半径の比が、下記条件式(4)を満足する撮影レンズ系。

$$(4) \quad 0.4 < |r_3 / r_4| < 1.2$$

但し、

$r_3$  : 第2レンズの物体側の面の曲率半径、

$r_4$  : 第2レンズの像側の面の曲率半径。

【請求項6】 請求項1ないし5のいずれか1項において、第1レンズと第2レンズの間には、絞が配置されている撮影レンズ系。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【技術分野】 本発明は、固体撮像素子で撮影するITVカメラ、ビデオカメラ、電子スチルカメラ等に適した撮影レンズ系に関する。

## 【0002】

【従来技術及びその問題点】 近年、固体撮像素子(CCD等)で撮影画像を記録するいわゆる電子スチルカメラ等の要望が高まっている。このような電氣的画像素子を使用するカメラの撮影レンズ系は、フィルムを使用する写真レンズに比べて、次のような特性が要求される。

$$(1) \quad 0.4 < (r_8 + r_7) / (r_8 - r_7) < 1.0$$

但し、

$r_7$  : 第4レンズの物体側の面の曲率半径、

$r_8$  : 第4レンズの像側の面の曲率半径、

である。

特徴とする撮影レンズ系。

【請求項2】 請求項1において、第4レンズのシェイピングファクターが下記条件式(1)を満足する撮影レンズ系。

【0003】 ①電氣的画像素子は一般的にフィルムよりラチチュードが狭いため、周辺光量を充分にとるべく開口効率をほぼ100%にする。

②上記①を満足しても、電氣的画像素子の構造上、周辺光量の低下や色ズレが発生するため、主光線を全画面に対して垂直に近い角度で入射させる。

③レンズと結像面の間に、モアレ除去のための光学的ローパスフィルター、分光感度を補正するための赤外カットフィルター、あるいは結像面の保護と防塵のための光学部材等の配置スペースを確保する必要があり、長いバックフォーカスを要する。

【0004】 このような目的で既に、①特開昭49-53036号公報、②特開昭57-164708号公報、③特公平7-95141号公報等の撮影レンズ系が提案されている。しかし、①は半画角が16.5°と狭く、②は口径比が1:4.3程度で暗く、③は半画角19.5°で口径比1:2.8であり、しかも、①~③のいずれも、最小の屈折面の曲率半径は焦点距離の半分程度またはそれ以下と小さいため、画面サイズが小さくなる程レンズ加工が困難になり製造コストが高くなるという問題点がある。

## 【0005】

【発明の目的】 本発明は、半画角20°程度で、口径比1:2.0程度と明るく、しかも収差補正が良好で、レンズ加工が簡単で安価にできる、固体撮像素子を利用したカメラに適した撮影レンズ系を得ることを目的とする。特に、各レンズの曲率半径が比較的大きく、画面サイズが小さくなくても、レンズ加工が容易な撮影レンズ系を得ることを目的とする。

## 【0006】

【発明の概要】 本発明の撮像レンズ系は、物体側より順に、両凸の第1レンズと、物体側に強い凹面を向けた両凹の第2レンズと、像側に強い凸面を向けた正の第3レンズと、物体側に強い凸面を向けた第4レンズとの4枚の単レンズからなることを特徴としている。

【0007】 本発明の撮影レンズ系は、その第4レンズのシェイピングファクターが、条件式(1)を満足することが好ましい。

【0008】 さらに、第2レンズと第3レンズの互いに対向する面のパワーの和が、条件式(2)を満足することが好ましい。

$$(2) \quad -1.1 < \phi_{r4} + \phi_{r5} < -0.1$$

但し、

$\phi_{r4}$  : 第 2 レンズの像側の面の面パワー、  
 $\phi_{r5}$  : 第 3 レンズの物体側の面の面パワー、  
 である。

【0009】また、第 1 レンズの像側の面  $r_2$  より、第 4 レンズレンズの像側の面  $r_7$  までの軸上寸法が、条件式 (3) を満足することが好ましい。

(3)  $1.1 < \sum d_i < 1.7$  ( $i = 2 \sim 7$ )

但し、

$d_i$  : 物体側から数えて第  $i$  面と第  $(i+1)$  面の軸上間隔、  
 である。

【0010】第 2 レンズの両面の曲率半径は、条件式 (4) を満足することが好ましい。

(4)  $0.4 < |r_3 / r_4| < 1.2$

但し、

$r_3$  : 第 2 レンズの物体側の面の曲率半径、  
 $r_4$  : 第 2 レンズの像側の面の曲率半径、  
 である。絞は、第 1 レンズと第 2 レンズの間に配置する。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明の撮影レンズ系は、物体側より順に、両凸の第 1 レンズと、物体側に強い凹面を向けた両凹の第 2 レンズと、像側に強い凸面を向けた正の第 3 レンズと、物体側に強い凸面を向けた第 4 レンズとの 4 枚の単レンズから構成し、比較的各レンズの曲率半径を大きくして、画面サイズが小さくなくてもレンズ加工が簡単で安価にでき、かつ口径比 1 : 2.0 程度と明るく収差補正が良好で、しかも固定撮像素子を利用したカメラに適した撮影レンズ系を得たものである。

【0012】条件式 (1) は、最も像側の第 4 レンズのシェイピングファクターに関するもので、 $5^\circ$  程度以下のテレセントリックにするために必要な条件である。条件式 (1) の下限を越えると、テレセントリック角（結像面に入射する軸外主光線の入射角）がマイナス（内側に傾く）になり過ぎる。上限を越えると、テレセントリック角が  $5^\circ$  以上となり本発明の目的が達成できなくなる。

【0013】条件式 (2) は、第 2 レンズと第 3 レンズの対向面間によって構成される空気レンズの面のパワーの和の範囲を表し、コマフレアの発生を抑え、像面のバランスをとるための条件である。下限を越えて負のパワーが強くなると、下光線によるコマフレアが外側に大きく発生し、像面湾曲が補正過剰となる。上限を越えて負のパワー弱くなると、下光線によるコマフレアが内側に大きく発生し、像面湾曲が補正不足となるので、結像性能が保てなくなる。

【0014】条件式 (3) は、開放絞が配置される第 1 レンズと第 2 レンズの間隔と第 2 レンズから第 4 レンズ

$$F_{NO} = 1 : 2.1$$

までの軸上寸法の合計の範囲を規定するもので、軸外主光線を結像面（撮像面）に対して  $5^\circ$  程度以下で入射させるために必要な条件である。したがって条件式 (4) の下限を越えて軸上寸法が短くなると、結像面に入射する軸外主光線の入射角を  $5^\circ$  程度以下に抑えることができなくなり、同時に第 3 レンズ及び第 4 レンズのコバ厚が薄くなるので、特に画面サイズが小さい場合に、レンズの加工、組立が困難になる。上限を越えて、この軸上寸法が長くなると、バックフォーカスが短くなり、ローパスフィルターや赤外カットフィルター等の光学部材の配置が困難になる。

【0015】条件式 (4) は、レンズ全系中、唯一の負レンズである第 2 レンズの両側の面の曲率半径の比の範囲に関し、球面収差とコマ収差を良好に補正するための条件である。第 2 レンズの物体側の屈折面  $r_3$  の曲率半径が小さくなるか、または像側の屈折面  $r_4$  の曲率半径が大きくなって条件式の下限を越えると、過剰の球面収差の補正ができなくなり、内方コマが大きく発生する。逆に  $r_3$  が大きくなるか、 $r_4$  が小さくなって条件式の上限を越えると、球面収差が補正不足となり、外方コマが発生し良好な結像性能が得られなくなる。

【0016】以下、具体的な数値実施例について、本発明を説明する。以下の実施例 1 ないし 6 は、いずれも、物体側から順に、両凸の第 1 レンズ 10、絞 S、両凹の第 2 レンズ 20、正の第 3 レンズ 30 及び両凸の第 4 レンズ 40 からなっている。第 3 レンズは、メニスカスレンズからなる実施例 2 を除いて両凸レンズからなり、いずれも、像側に強い凸面を備えている。第 4 レンズの後方には、実施例 1 ないし実施例 4 では、ローパスフィルター及び撮像素子のカバーガラス CG が配置され、実施例 5 及び実施例 6 では、撮像素子のカバーガラス CG のみが配置されている。カバーガラス CG の像側の面は撮像面である。

【0017】【実施例 1】図 1 及び図 2 は、本発明の撮影レンズ系の第 1 の実施例を示すもので、図 1 はそのレンズ構成図、図 2 はその諸収差図である。このレンズ系の具体的な数値データを表 1 に示す。諸収差図中、SA は球面収差、SC は正弦条件、d 線、g 線、C 線、それぞれの波長における、球面収差によって示される色収差、S はサジタル、M はメリディオナルを示している。

【0018】表および図面中、 $F_{NO}$  は F ナンバー、F は焦点距離、 $W$  は半画角、 $f_B$  はバックフォーカスを表す。R は曲率半径、D はレンズ厚またはレンズ間隔、 $N_d$  は d 線の屈折率、 $v$  は d 線のアッベ数を示す。バックフォーカス  $f_B$  は、第 4 レンズ最終面 ( $r_8$  面) からカバーガラス CG の像側面（撮像面、 $r_{11}$ ）迄の距離の空気換算距離である ( $f_B = d_8 + (d_9/N_9) + (d_{10}/N_{10})$ )。

【0019】

【表 1】

$$F=5.24$$

$$W=20.1$$

$$f_B=3.44$$

面 No.	R	D	$N_d$	$\nu_d$
1	10.330	1.83	1.84666	23.9
2	-10.330	0.12	-	-
絞	$\infty$	0.62	-	-
3	-3.894	0.91	1.92286	21.3
4	7.056	0.17	-	-
5	12.268	2.76	1.72916	54.7
6	-4.000	0.15	-	-
7	8.372	3.13	1.72916	54.7
8	-29.058	1.42	-	-
9	$\infty$	0.99	1.45854	68.0
10	$\infty$	2.00	1.49176	57.4
11	$\infty$	-	-	-

【0020】 [実施例2] 図3及び図4は、本発明の撮影レンズ系の第2の実施例を示すもので、図3はレンズ構成図、図4は諸収差図、表2は具体的数値データであ

る。

【0021】

【表2】

$$F_{No}=1:2.0$$

$$F=5.24$$

$$W=19.6$$

$$f_B=2.46$$

面 No.	R	D	$N_d$	$\nu_d$
1	5.577	2.04	1.83400	37.2
2	-20.675	0.14	-	-
絞	$\infty$	0.89	-	-
3	-4.744	0.80	1.92286	21.3
4	6.230	0.59	-	-
5	-19.000	1.93	1.74100	52.7
6	-3.673	0.20	-	-
7	5.310	2.14	1.74100	52.7
8	-31.021	0.44	-	-
9	$\infty$	0.99	1.45854	68.0
10	$\infty$	2.00	1.49176	57.4
11	$\infty$	-	-	-

【0022】 [実施例3] 図5及び図6は、本発明の撮影レンズ系の第3の実施例を示すもので、図5はレンズ構成図、図6は諸収差図、表3は具体的数値データであ

る。

【0023】

【表3】

$$F_{No}=1:2.0$$

$$F=5.24$$

$$W=20.3$$

$$f_B=3.02$$

面 No.	R	D	$N_d$	$\nu_d$
1	11.539	4.30	1.80518	25.4
2	-14.624	0.19	-	-
絞	$\infty$	0.64	-	-
3	-4.541	0.80	1.75084	27.7
4	4.685	0.11	-	-
5	6.341	2.53	1.56873	63.1

6	-3.483	0.15	-	-
7	5.403	2.40	1.56873	63.1
8	-14.813	1.00	-	-
9	$\infty$	0.99	1.45854	68.0
10	$\infty$	2.00	1.49176	57.4
11	$\infty$	-	-	-

【0024】【実施例4】図7及び図8は、本発明の撮影レンズ系の第4の実施例を示すもので、図7はレンズ構成図、図8は諸収差図、表4は具体的数値データであ

る。

【0025】

【表4】

$F_{No}=1:2.0$

$F=5.24$

$W=20.1$

$f_B=3.07$

面 No.	R	D	$N_d$	$\nu_d$
1	10.549	4.05	1.80518	25.4
2	-18.466	0.44	-	-
絞	$\infty$	0.69	-	-
3	-4.004	0.80	1.92286	20.9
4	6.993	0.12	-	-
5	10.673	2.44	1.80400	46.6
6	-3.945	0.15	-	-
7	5.672	2.32	1.69349	50.8
8	-319.677	1.05	-	-
9	$\infty$	0.99	1.45854	68.0
10	$\infty$	2.00	1.49176	57.4
11	$\infty$	-	-	-

【0026】【実施例5】図9及び図10は、本発明の撮影レンズ系の第5の実施例を示すもので、図9はレンズ構成図、図10は諸収差図、表5は具体的数値データ

である。

【0027】

【表5】

$F_{No}=1:2.0$

$F=5.24$

$W=20.1$

$f_B=1.35$

面 No.	R	D	$N_d$	$\nu_d$
1	8.869	4.18	1.80740	35.4
2	-15.222	0.18	-	-
絞	$\infty$	0.63	-	-
3	-4.228	0.80	1.78470	26.2
4	4.895	0.12	-	-
5	6.635	2.36	1.64000	60.1
6	-3.531	0.15	-	-
7	5.147	4.07	1.64000	60.1
8	-100.000	0.69	-	-
9	$\infty$	1.00	1.51633	64.1
10	$\infty$	-	-	-

【0028】【実施例6】図11及び図12は、本発明の撮影レンズ系の第6の実施例を示すもので、図11はレンズ構成図、図12は諸収差図、表6は具体的数値デ

ータである。

【0029】

【表6】

$F_{No}=1:2.0$

$F=5.24$

W=20.1

 $f_B=2.55$ 

面 No.	R	D	$N_d$	$\nu_d$
1	11.095	4.21	1.83400	37.2
2	-20.772	0.59	-	-
絞	$\infty$	0.53	-	-
3	-4.069	0.80	1.69895	30.1
4	4.452	0.07	-	-
5	5.537	2.44	1.61800	63.4
6	-3.671	0.15	-	-
7	5.496	2.64	1.61800	63.4
8	-19.386	1.89	-	-
9	$\infty$	1.00	1.51633	64.1
10	$\infty$	-	-	-

【0030】次に、実施例1ないし6の各条件式に対する値を表7に示す。

【表7】

	実施例1	実施例2	実施例3
条件式(1)	0.5527	0.7077	0.4655
条件式(2)	-0.3739	-0.9804	-0.3699
条件式(3)	1.5000	1.2770	1.3015
条件式(4)	0.5519	0.7615	0.9693

	実施例4	実施例5	実施例6
条件式(1)	0.9651	0.9021	0.5582
条件式(2)	-0.2968	-0.3346	-0.2378
条件式(3)	1.3273	1.5853	1.3802
条件式(4)	0.5726	0.8637	0.9140

【0031】表7から明らかなように、実施例1ないし実施例6の数値は、条件式(1)ないし(4)を満足している。また、収差図から明らかなように、各収差も良好に補正されている。

## 【0032】

【発明の効果】本発明によれば、半画角 $20^\circ$ 程度で、口径比1:2.0程度と明るく、しかも収差補正が良好で、レンズ加工が簡単で安価にできる、固体撮像素子を利用したカメラに適した撮影レンズ系を得ることができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による撮影レンズ系の第1の実施例のレ

ンズ構成図である。

【図2】図1のレンズ系の諸収差図である。

【図3】本発明による撮影レンズ系の第2の実施例のレンズ構成図である。

【図4】図3のレンズ系の諸収差図である。

【図5】本発明による撮影レンズ系の第3の実施例のレンズ構成図である。

【図6】図5のレンズ系の諸収差図である。

【図7】本発明による撮影レンズ系の第4の実施例のレンズ構成図である。

【図8】図7のレンズ系の諸収差図である。

【図9】本発明による撮影レンズ系の第5の実施例のレンズ構成図である。

【図10】図9のレンズ系の諸収差図である。

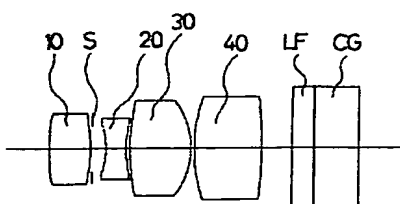
【図11】本発明による撮影レンズ系の第6の実施例のレンズ構成図である。

【図12】図11のレンズ系の諸収差図である。

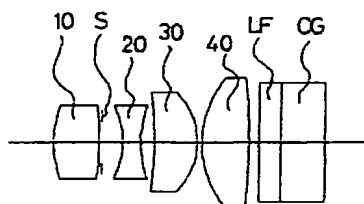
## 【符号の説明】

- 10 第1レンズ
- 20 第2レンズ
- 30 第3レンズ
- 40 第4レンズ
- S 絞
- LF ローパスフィルター
- CG カバーガラス

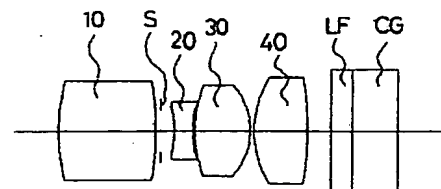
【図1】



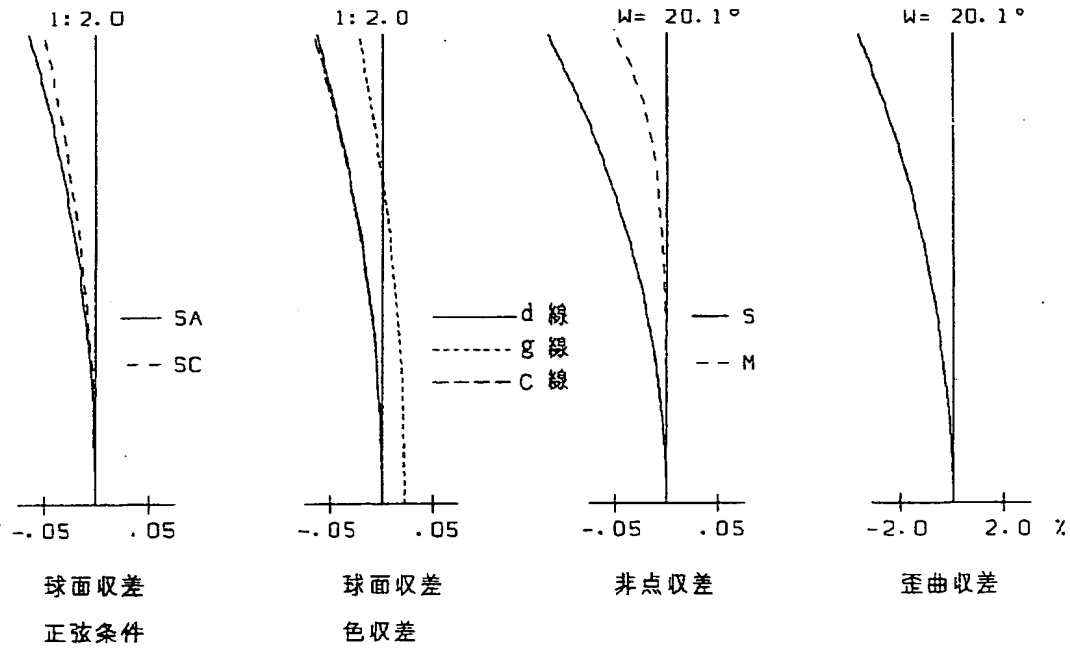
【図3】



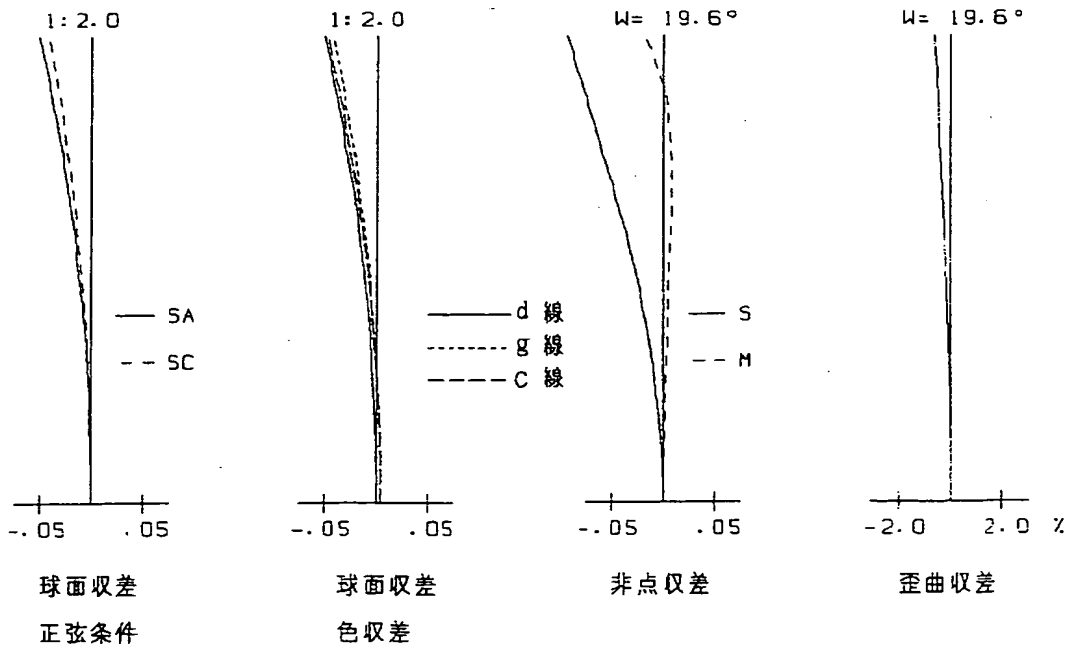
【図5】



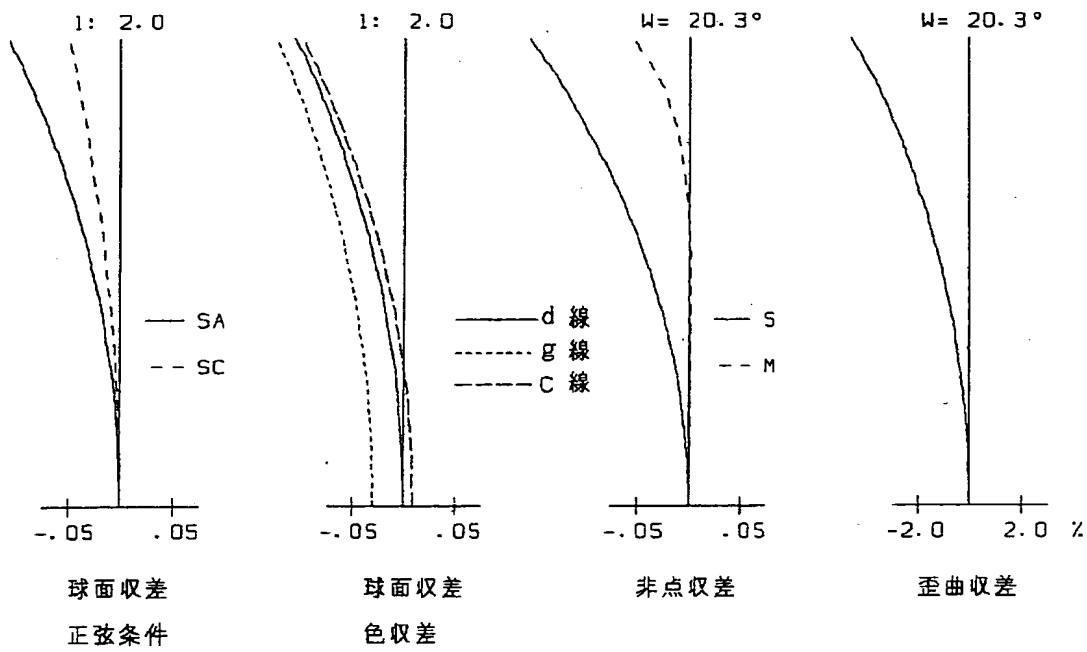
【図2】



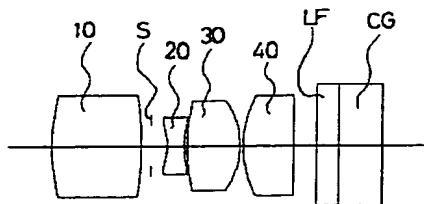
【図4】



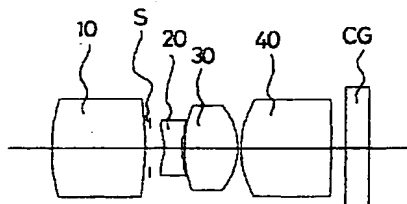
【図6】



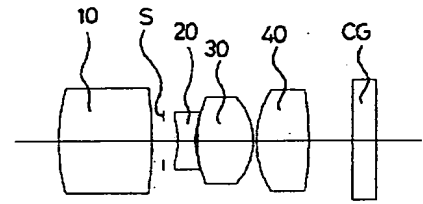
【図7】



【図9】

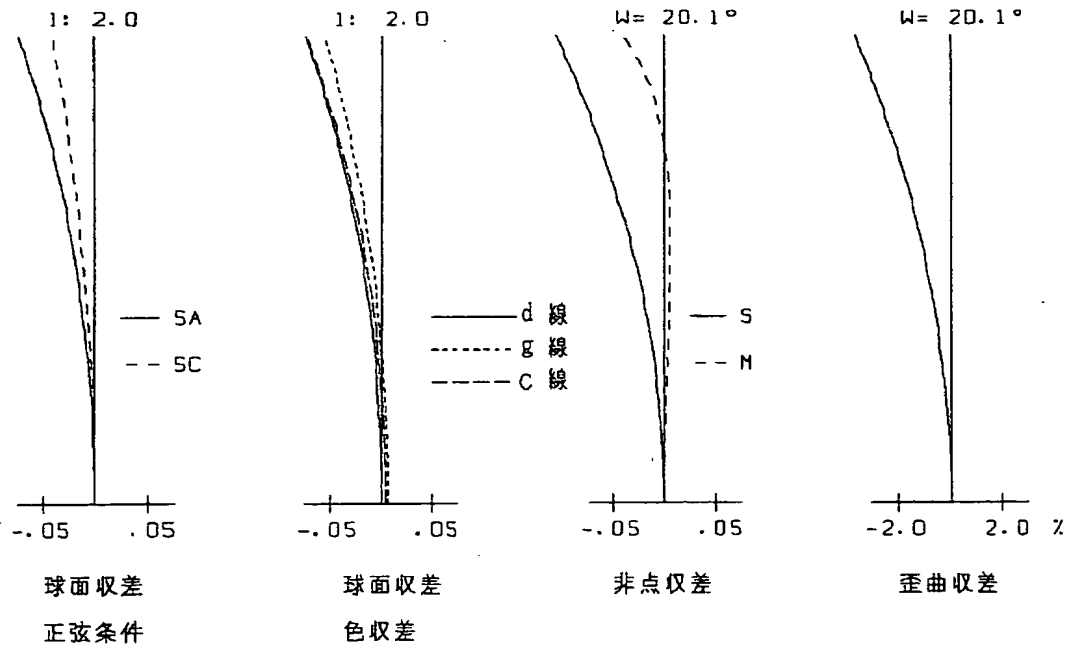


【図11】

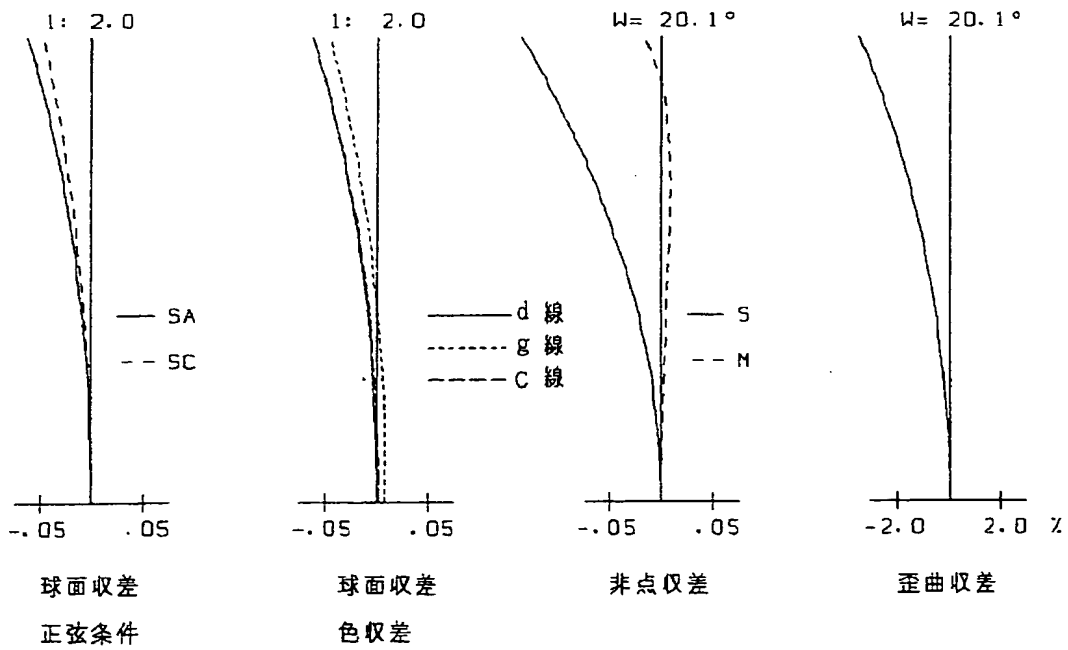




【圖8】



【圖10】



【図12】

